

## 1. 序

環境負荷削減を目指して、柱・梁には損傷を与えず、方杖に配置した座屈拘束ブレース（以下、BRB）によってエネルギーを吸収することを目的とした損傷制御構造の一形式である、サステナブルビル構造システム（以下、SBS）<sup>1)</sup>が提案された。

本実験では、SBS ビルにおける施工性の検証、工数の把握を行う。また、採取したリユース材の情報管理に IC タグを用い、現状の IC タグの問題点、今後の使用方法を提案する。

## 2. 実験概要

昨年度の研究<sup>2)</sup>で試設計が行われた 10 層 5 スパンの SBS ビル（以下、実大モデル）から取り出した、3 層 2 スパンの 1/5 縮尺模型（以下、縮尺モデル）の組み立て及び解体を行い、解体材をリユース加工し、得られたリユース材を用いて再組み立てを行う。

尚、本実験での基本パラメータは工数とする。実験を通して工数を中心に比較・考察を行う。工数の算出には式(1)を用いる。

$$[\text{工数}] = [\text{作業時間}] \times [\text{作業人数}] \quad \dots(1)$$

工数の算出は、作業の一部始終をビデオカメラで撮影し、待機時間などのアイドルタイムを差し引いて作業時間を計測し、工数とする。ここでの作業時間は、施工の場合、所定の場所から運び、本締めが完了するまでをいい解体はその逆とする。

### 2.1 施工実験

組み立ては 1 度目、2 度目共に図 1 に示すフローで施



図1 施工フロー

表1 施工における問題点の改善

名称	概要
シートアングル (写真1)	建方の際梁を仮置きするために柱に溶接されたアングル形のもの。
テーパワッシャー (写真2)	柱側がテーパ形に傾斜して円錐状になっているワッシャーで、締め付けることでレベルが合うようになっている。



写真1 シートアングル



写真2 テーパーワッシャー

工を行う。施工方法は屏風建てとし、柱の倒れ、梁の水平は下げふり、オートレベルをそれぞれ用いて計測し、建築工事標準仕様書(JASS6)に定められた許容値を満たさない場合は矯正を行う。

SBS ビル施工における問題点として、次の2点がある。

- ①SBS の接合部のクリアランス0の施工が不可能である。
- ②梁のエンドプレートの穴は内ナットをはめ込むために鋼棒の径より大きくなっているため、通常のワッシャーの仮ボルトではレベルを合わせることが困難であること。

①の解決策として、梁を 9mm 短くして仮留め後、4.5mm と 1.0mm のシムプレートで補正するという方法をとる。②の梁のレベル合わせには、今回新しく提案するシートアングルおよびテーパワッシャーを用いる（表1、写真1、写真2）。

### 2.2 解体実験

解体順序は、溶断部分を最後に行うことを除き、施工の逆順序で行う。SBS の接合部の解体として、トルクレンチによるボルト逆回し、母材溶断、鋼棒溶断の3通りで行う。母材溶断の位置は、リユース材が最長となる位置で、鋼棒溶断の位置は鋼棒の中心でそれぞれ行う。

### 2.3 リユース加工・IC タグ導入実験

解体材をリユース加工し、再組み立ての際に縮尺モデルのリユース材として使用する。リユース材は、SBS の接合方法の梁と小梁接合の梁の2種類を製作する。

解体材にはICタグを貼り付けて部材情報を管理する。書き込むデータは、規格、鋼種、材長、ボルト穴径、ボルト穴位置、溶接位置、付帯物情報、位置情報、図面番号、1次、2次検査履歴とし、データの書き換えは、各加工終了時に行う。

## 3. 実験結果

### 3.1 施工実験

#### 1)組み立てにおける問題点の検証

組み立ての際シートアングル有の梁は、9mm 短い梁に仮ボルトを取った後、シムプレートで補正をすることができた。一方、シートアングル無の梁は、テーパワッシャーによる仮ボルトの締め付けにより、柱が引張られてしまうという現象が起き、施工時に 9mm 分のシムプレートによる補正も困難であった。2mm 程度のクリアランスによる梁と交換することでその問題を解決した。



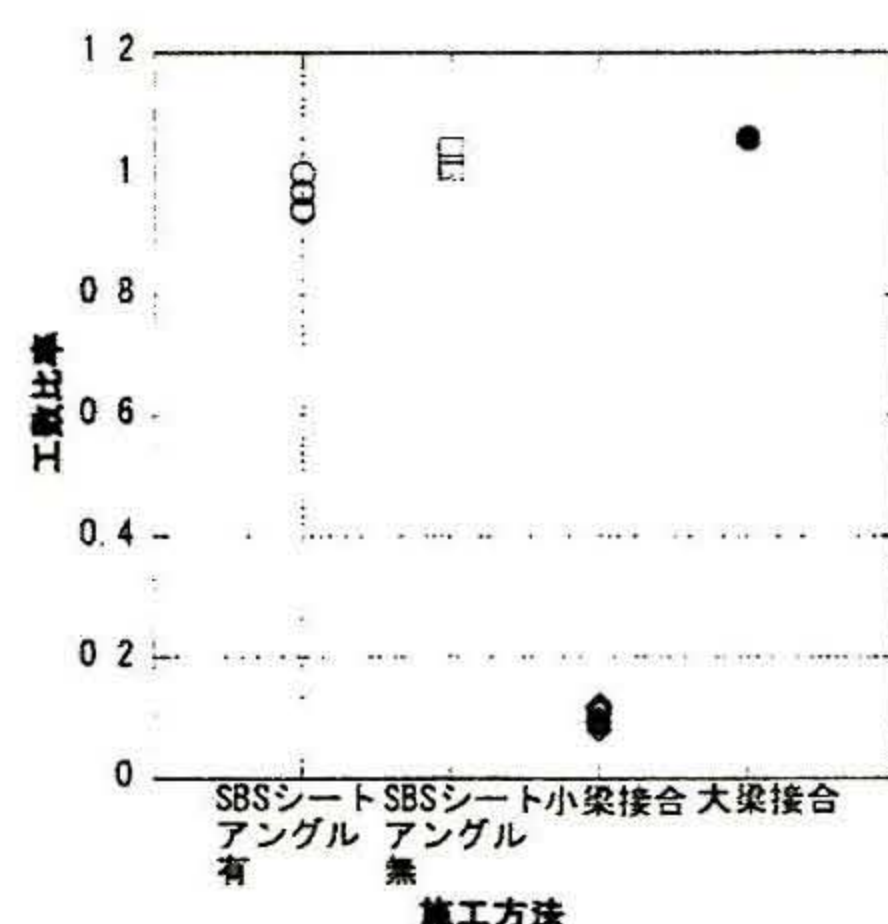


図2 施工工数散布図

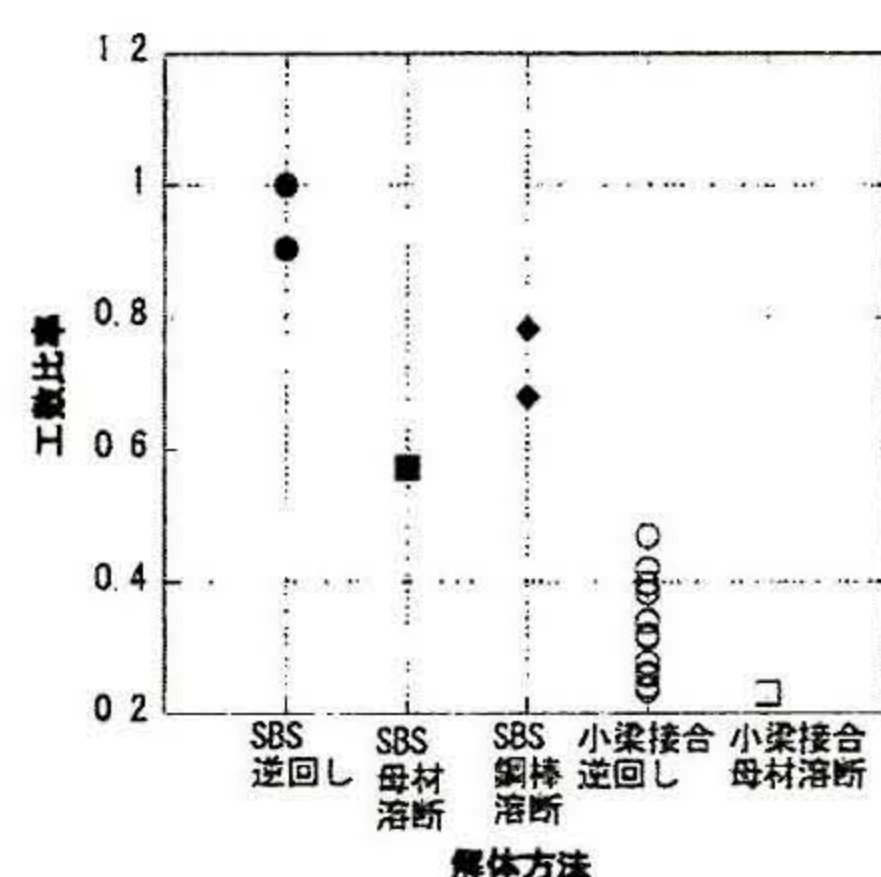


図3 解体工数散布図

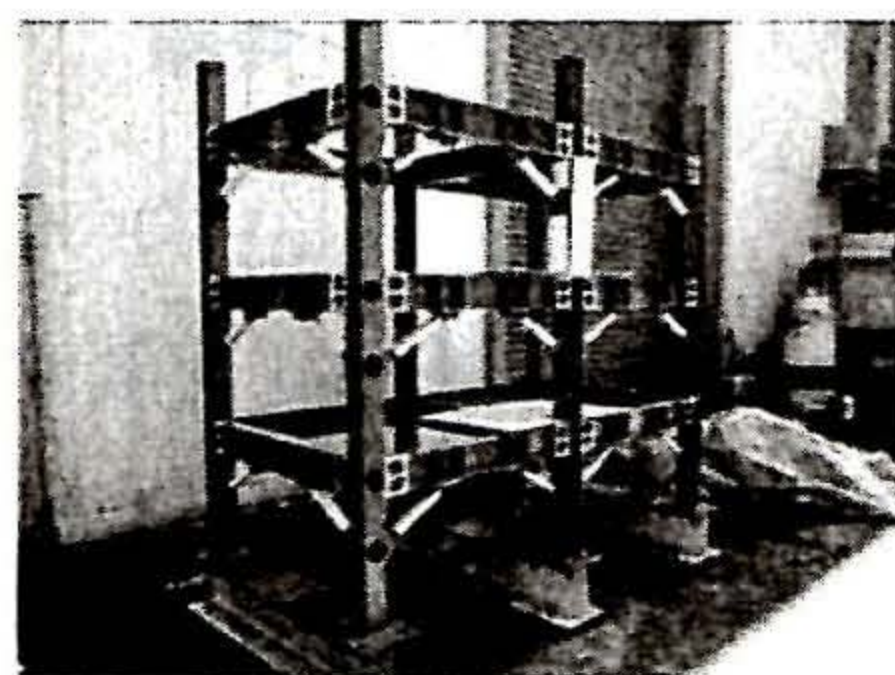


写真3 施工終了時

建方終了後、梁の水平、柱の倒れを計測し、許容範囲内に収まらない部位が見られたが、油圧ジャッキ、チェーンブロックにより補正し、範囲内に収めることができた。施工終了時の縮尺モデルを写真3に示す。

## 2)工数の比較

梁の施工工数の散布図を図2に示す。シートアンクルの有無で施工工数を比較した場合、後者が前者に対して1.07倍と双方の間に大きな工数の差は見られなかった。SBSの梁の施工工数は、一般的なボルト本数を40本としたときの実大モデルの大梁接合の約0.92倍、小梁接合の約9倍という結果となった。

## 3)考察

SBSの梁と大梁接合の施工工数では、大きな差はなかったが、実大ではブレースのボルト本数が増えるため、実際はSBSの工数が多少上回る。テーパーワッシャーを用いた場合、レベルを合わせることは可能だが、1)に述べたような問題が生じ易くなり、落下の危険性も増す。シートアンクルの精度としては、加工のミスがなければ正確なレベルをとることができ、安全性も期待できる。よって、SBS施工にはシートアンクルが適している。今回用いたシートアンクルは、本来のSBSの機能を損なう可能性があるため、シートアンクルの形状に関して更なる検証が必要である。

## 3.2 解体実験

### 1)解体における問題点の検証

逆回し、鋼棒溶断ともに鋼棒のさびによりナットが回りにくい部位が多く見られた。また、鋼棒の変形により鋼棒事体が抜けられない場合も想定できる。

### 2)工数の比較

SBS梁の解体工数の散布図を図3に、解体写真を写真4に示す。逆回し解体におけるシートアンクルの有無の比較では、無い梁がある梁に比べて約1.7倍の工数を要した。



(a) ボルト逆回し (b) 鋼棒溶断 (c) 母材溶断  
写真4 SBS 梁解体方法

## 3)考察

母材溶断による解体は工数の面では適しているが、SBSの基本特性に反している。工数、リユースの観点からSBS接合部の解体には、鋼棒の状況により、逆回しと鋼棒溶断から選択するのが望ましい。また、落下防止のための作業を要したことを含め、解体の際にシートアンクルが必要である。

## 3.3 リユース加工・ICタグ導入実験

### 1)SBSの梁と小梁接合梁の加工工数比較

加工工数を人日単位で比較すると、共に職人2人で作業をして、SBSの梁は0.32(人日/本)に対し、小梁接合梁は0.18(人日/本)となり前者は約1.8倍の工数を要した。

### 2)ICタグによる情報管理

解体材のICタグがはがれていたため、運搬の際などは保護しながら行う必要がある。

プレートなどの付帯物は、その数によりタグ内のデータ数が加工ごとに変化する。限られたブロック数では、鋼種と規格の不変情報と同じ1つのICタグに入れることは困難である。そのため、ボルト穴、付帯物、溶接位置のようなデータ内容とブロック数がともに変化するデータは、図面をデータベースに登録し、全加工終了時に図面の変更を行うことが効率的である。

また、加工毎にICタグの書き換えを行うと、作業者を待たせてしまい作業時間が長くなってしまった。そのため、ICタグの書き換え作業は全加工終了時に行うことが望ましい。

## 4. 結

(1)SBSビルの梁の施工において、シートアンクルを設置することで、据付が容易となる。

(2)SBSの組み立て、解体、リユース加工、再組み立てにおける工数を確認した。

(3)リユース加工にICタグを用いる場合、タグ内のデータは基本情報のみとし、データベースに登録された情報とリンクさせることが望ましい。

## 参考文献

- 1)會澤貴浩、山田哲、岩田衛：サステナブルビル構造システムの提案とその基本特性、日本建築学会環境系論文集、第581号、pp.109-116、2004.7
- 2)島有希子、古川純也、加藤貴志：サステナブルビル構造システムの設計法の提案、日本建築学会構造系論文集、第640号、pp.1179-1185、2009.6